

p-ISSN: 2406-7489 e-ISSN: 2406-9337

**JITRO (Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis)**

September 2021, 8(3):239-247

**Accredited by**

Ministry of Research and Technology/NRIA

Strengthening No: 200/M/KPT/2020; December 23, 2020

DOI: 10.33772/jitro.v8i3.16436

<http://ojs.uho.ac.id/index.php/peternakan-tropis>

## **Respons Fisiologis dan Gambaran Termografi Inframerah Kambing Sapera Induk Kondisi Bunting**

### ***Physiological Response and Infrared Thermographic Features Sapera Dairy Goat in Pregnant Condition***

**Fitra Aji Pamungkas<sup>1\*</sup>, Bagus Priyo Purwanto<sup>2</sup>, Wasmen Manalu<sup>3</sup>, Ahmad Yani<sup>4</sup>,  
Riasari Gail Sianturi<sup>5</sup>**

<sup>1,6</sup>Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Sekolah Pascasarjana,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia

<sup>2</sup>Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor, Jl. Kumbang No. 14, Bogor, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia

<sup>4</sup>Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia

<sup>5</sup>Balai Penelitian Ternak Jl. Veteran III Ciawi, Bogor, Indonesia

<sup>6</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Pajajaran Kav. E-59, Bogor, Indonesia

\*Email korespondensi: fitrap@yahoo.com

(Diterima 08-02-2021; disetujui 28-07-2021)

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons fisiologis dan gambaran hasil penginderaan termografi inframerah dalam evaluasi kemampuan adaptasi kambing sapera induk kondisi bunting. Sebanyak empat ekor kambing perah sapera induk kondisi bunting dengan kisaran bobot badan 35-40 kg digunakan dalam penelitian ini. Parameter respons fisiologis yang diamati meliputi suhu permukaan kulit, suhu rektal, suhu tubuh, denyut jantung, dan frekuensi pernapasan, sedangkan gambaran termografi inframerah (IRT) dilakukan pada beberapa bagian tubuh, yaitu area mata, hidung, kaki, badan, ambing, vagina, dan anal. Pengamatan respons fisiologis dan termografi inframerah dilakukan mulai pukul 06.00-18.00 WIB dengan selang waktu pengukuran setiap 2 jam. Data yang terkumpul dianalisis statistik secara deskriptif menggunakan SAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa respons fisiologis dan hasil penginderaan IRT pada kambing sapera induk kondisi bunting menunjukkan pola ritme harian atau sirkadian di sepanjang hari pengamatan. Kambing sapera induk kondisi bunting memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik, hal ini ditunjukkan dengan nilai parameter respons fisiologis maupun hasil penginderaan IRT yang masih berada dalam kondisi normal.

**Kata kunci:** parameter fisiologis, termografi, inframerah, kambing

#### **ABSTRACT**

This study aimed to determine the physiological response and the description of infrared thermography sensing results in evaluating the adaptability of sapera dairy goat in pregnant conditions. A total of four sapera dairy goats in pregnant conditions with a body weight range of 35-40 kg were used in this study. Physiological response parameters observed included skin surface temperature, rectal temperature, body temperature, heart rate, and respiratory rate, while infrared thermography (IRT) images were performed on several parts of the body, namely the eye area, nose, feet, body, udder, vagina, and anal. Observation of physiological responses and infrared thermography was carried out from 06.00-18.00 WIB with a measurement time interval every 2 hours. The collected data were analyzed statistically descriptively using SAS. The results showed that the physiological responses and results of IRT sensing in pregnant sapera dairy goats showed a daily or circadian rhythm pattern throughout the day of observation. Sapera dairy goat in pregnant conditions have a fairly good adaptability, this is indicated by the value of the physiological response parameters and IRT sensing results that are still in normal conditions.

**Keywords:** physiological parameters, thermography, infrared, goat



JITRO (Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis) is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

## PENDAHULUAN

Kambing merupakan salah satu ternak ruminansia kecil yang memiliki kemampuan adaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, terutama yang berkaitan dengan ketersediaan pakan yang rendah selama musim kemarau (Lérias *et al.*, 2014). Budidaya kambing khususnya untuk tujuan produksi susu membutuhkan kambing yang memiliki kemampuan menghasilkan produksi susu tinggi secara efisien. Salah satu kegiatan penelitian yang dikembangkan Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor, Indonesia yaitu program persilangan antara kambing Saanen jantan dengan Kambing Peranakan Ettawah betina yang bertujuan untuk membentuk dan meningkatkan bibit kambing perah yang layak dibudidayakan terutama di daerah tropis seperti Indonesia, sementara dinamakan kambing sapera.

Disisi lain, kambing perah apalagi dalam kondisi bunting dapat mengalami stres akibat kondisi iklim daerah tropis seperti Indonesia yang terus mengalami perubahan serta penurunan kualitas dan kuantitas sumber pakan terutama di musim kemarau. Evaluasi kemampuan adaptasi ternak terhadap kondisi ini dapat ditentukan menggunakan metode invasif terutama melalui pengukuran parameter fisiologis ternak seperti suhu rektal, frekuensi pernapasan dan denyut jantung (Stewart *et al.*, 2008; da Costa *et al.*, 2015; Hoffmann *et al.*, 2016). Namun, kelemahan dari metode ini yaitu kesulitan dalam interpretasi hasil dikarenakan respons ansiogenik dari prosedur yang dilakukan (Soerensen & Pedersen, 2015), membutuhkan waktu dan tenaga (McManus *et al.*, 2016), adanya kontak langsung dengan ternak (Hoffmann *et al.*, 2016), dan stres akibat penanganan (Maziero *et al.*, 2012).

Termografi inframerah (IRT) merupakan metode penginderaan jarak jauh non-invasif yang digunakan dalam mengukur perubahan perpindahan panas melalui deteksi perubahan suhu permukaan tubuh sehingga dapat dijadikan indikator umum suhu tubuh dan stres pada ternak (Alsaad *et al.*, 2013; George *et al.*, 2014; Nääs *et al.*, 2014; Roberto *et al.*, 2014; McManus *et al.*, 2016). Penggunaan termografi IR dalam produksi ternak bersifat inovatif, murah, cepat, efisien, efektif, tanpa paparan radiasi, dan tidak diperlukan kontak fisik, sehingga memungkinkan pembacaan distribusi suhu dari jarak jauh (McManus *et al.*, 2016; Sathiyabarathi *et al.*, 2016). Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan

adaptasi kambing sapera induk dalam kondisi bunting menggunakan penilaian parameter respons fisiologis dan gambaran hasil penginderaan termografi inframerah.

## MATERI DAN METODE

### Materi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Oktober 2019 bertempat di Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor, Indonesia yang terletak pada ketinggian 450 sampai 500 m dpl dengan potensi curah hujan antara 3500 sampai 4000 mm tahun<sup>-1</sup>. Suhu kandang selama penelitian yaitu sebesar 20,94-31,59°C dengan kelembaban relatif sebesar 47,19-99,20 % dan kecepatan angin antara 1,81-2,02 m/detik. Penggunaan hewan coba telah mendapatkan persetujuan dari Komisi Kesejahteraan Hewan Coba Balitbangtan (KKHB), Kementerian Pertanian Republik Indonesia dengan Nomor Registrasi: Balitbangtan/Balitnak/Rm/04/2019.

Sebanyak empat ekor kambing perah sapera induk umur 3-4 tahun (bobot badan 35-40 kg) dalam kondisi bunting dipelihara pada kandang individu berukuran 1,6 × 1,0 m<sup>2</sup>. Kambing diberi pakan dengan acuan jumlah pemberian pakan berdasarkan hasil pra-penelitian yang dilakukan pada kambing sapera induk yaitu berupa konsentrat C-Prolac produksi PT. Citra Ina Feedmill Jakarta sebanyak 1.400 gram/hari dan silase rumput gajah sebanyak 1.400 gram/hari. Jadwal pemberian pakan sebanyak dua kali sehari, yaitu pukul 07.00 dan 15.00 WIB, dengan pemberian air minum dilakukan selama 2 jam dari jadwal pemberian pakan.

### Respons Fisiologis

Parameter respons fisiologis yang diamati meliputi suhu permukaan kulit, suhu rektal, suhu tubuh, denyut jantung, dan frekuensi respirasi. Pengamatan respons fisiologis dilakukan mulai pukul 06.00-18.00 WIB dengan selang waktu pengukuran setiap 2 jam. Suhu rektal (Tr) diukur dengan memasukkan termometer rektal merk Omron model MC-245 (Omron healthcare Co. Ltd., Kyoto, Jepang) ke dalam rektal sedalam ± 5 cm. Suhu permukaan kulit (Ts) diukur dengan termometer pengukur suhu kulit digital merk Omron model MC-720 (Omron healthcare Co. Ltd., Kyoto, Jepang) di empat titik lokasi pengukuran, yaitu punggung (A), dada (B), tungkai atas (C), dan tungkai bawah (D). Rataan suhu permukaan kulit dihitung berdasarkan modifikasi rumus McLean *et al.*, (1983) sebagai berikut:  $T_s = 0,25 (A + B) + 0,32 C + 0,18 D$ .

Suhu tubuh (Tb) dihitung dari suhu permukaan kulit (Ts) dan menjumlahkan dengan suhu rektal (Tr) menurut rumus McLean *et al.*, (1983) sebagai berikut:  $Tb = 0,86 Tr + 0,14 Ts$ . Denyut jantung (Hr) diukur dengan menempelkan stetoskop di dekat tulang axilla sebelah kiri (dada sebelah kiri) selama satu menit. Frekuensi pernapasan (Rr) diukur setelah pengukuran denyut jantung dengan cara menempelkan stetoskop di dada untuk menghitung inspirasi dan ekspirasi pernapasan selama satu menit.

### Termografi Inframerah

Hasil penginderaan IRT menggunakan kamera inframerah merk FLIR A320 (FLIR Systems Co. Ltd., St Leonards, NSW, Australia) dengan koefisien emisivitas sebesar 0,98 yang dilakukan sebelum pengukuran parameter respons fisiologis. Hasil penginderaan IRT masing-masing ternak diambil pada jarak sekitar 1 m di beberapa bagian tubuh, yaitu area mata, hidung, kaki, tubuh bagian kanan, tubuh bagian kiri, ambing, vagina, dan anal.

### Analisis Data

Hasil penginderaan IRT disimpan dalam kartu memori, kemudian ditransfer ke laptop untuk dianalisis menggunakan ThermoCAM Researcher Profesional 2.10. Data yang terkumpul baik parameter respons fisiologis maupun hasil penginderaan IRT dianalisis statistik secara deskriptif menggunakan program SAS (V.9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Respons Fisiologis

Respons fisiologis kambing sapera induk kondisi bunting di beberapa titik pengamatan seperti terlihat pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu kulit pada pukul 06:00 diperoleh sebesar  $31,3 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ , lalu mengalami peningkatan hingga pukul 12:00 ( $33,9 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$ ), selanjutnya mengalami penurunan hingga pukul 18:00 yang hanya berkisar antara  $32,1 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$ . Sama halnya dengan suhu kulit, suhu tubuh juga menunjukkan grafik berbentuk kurva dinamakan ritme harian atau sirkadian yang umumnya sejalan dengan peningkatan atau penurunan suhu udara di dalam kandang. Ritme harian atau sirkadian merupakan kondisi fisiologis ternak dibawah kendali alat pemicu sirkadian yang terletak pada inti *suprachiasmatic* hipotalamus (Liu *et al.*, 2002; Ruby *et al.*, 2002; Refinetti, 2010), dimana ritme ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Ruoff & Rensing 2004), lama siang dan malam (Johnson *et al.*, 2003), serta ketersediaan pakan (Mendoza,

2007). Peningkatan suhu tubuh merupakan mekanisme normal dimana ternak akan memanaskan tubuhnya untuk mempertahankan proses termoregulasi pada tubuhnya dalam kondisi lingkungan yang juga panas (Avendaño-Reyes *et al.*, 2006). Lebih lanjut, Darcan & Güney, (2008) melaporkan bahwa adanya fluktuasi diurnal dalam suhu tubuh dimana yang terendah terjadi di pagi hari dan tertinggi saat sore hari.

Suhu kulit menunjukkan nilai yang hampir sama dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar  $31,4^{\circ}\text{C}$  pada kambing brown-pardo-sernateja dari Brazil (Santos *et al.*, 2005),  $31,8^{\circ}\text{C}$  pada kambing persilangan Anglo Nubian (Silva *et al.*, 2006), dan  $32,0^{\circ}\text{C}$  pada kambing persilangan Saanen x Boer (Silva *et al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu tubuh ( $37,6-38,3^{\circ}\text{C}$ ) masih berada dalam kisaran normal seperti yang dilaporkan Adisuwiryono *et al.* (2011) dimana suhu tubuh kambing berkisar antara  $38,0^{\circ}\text{C}$  dan  $39,9^{\circ}\text{C}$  dengan nilai rata-rata suhu tubuh  $38,7^{\circ}\text{C}$ .

Suhu rektal pada pukul 06:00 diperoleh sebesar  $38,6 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , lalu mengalami peningkatan hingga pukul 18:00 sebesar  $0,7^{\circ}\text{C}$  yaitu menjadi  $39,3 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . Piccione *et al.*, (2003) melaporkan bahwa perbedaan suhu rektal harian berkisar dari  $0,3$  hingga  $1,9^{\circ}\text{C}$ . Lebih lanjut Gupta & Mondal, (2019) melaporkan bahwa peningkatan suhu rektal sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  cukup untuk mengurangi produktivitas ternak. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam kondisi lingkungan yang berbeda, kambing berusaha mempertahankan suhu rektalnya untuk tetap berada dalam kisaran normal (Rocha *et al.*, 2009; Salles *et al.*, 2009; Phulia *et al.*, 2010; Aiura *et al.*, 2010; Leite *et al.*, 2012; Lucena *et al.*, 2013; Ribeiro *et al.*, 2018).

Denyut jantung yang dicatat selama penelitian ini masih berada di atas nilai denyut jantung normal untuk kambing seperti yang dilaporkan Silva *et al.* (2006) berkisar antara 70 hingga 80 kali/menit maupun Gupta & Mondal, (2019) yaitu berkisar antara 90 hingga 95 kali/menit. Phulia *et al.*, (2010) melaporkan bahwa denyut jantung cepat berubah dikarenakan faktor eksternal seperti tingginya suhu di sekitar lingkungan kandang. Peningkatan detak jantung disebabkan oleh peningkatan aliran darah dari inti ke permukaan untuk memfasilitasi kehilangan panas pada kambing (Gupta *et al.*, 2013; Hooda & Upadhyay, 2014; Shilja *et al.*, 2015) dikarenakan konduksi, konveksi, radiasi, dan difusi air dari kulit (Maurya *et al.*, 2004; Marai *et al.*, 2007; Bernabucci *et al.*, 2010), sehingga keseimbangan panas tubuh dapat dipertahankan (Ocak *et al.*, 2009; Bernabucci *et al.*, 2010).

Tabel 1. Respons fisiologis kambing sapera induk kondisi bunting selama penelitian (rata-rata±SD)

| Parameter                         | waktu pengamatan (pukul) |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                   | 06:00                    | 08:00     | 10:00     | 12:00     | 14:00     | 16:00     | 18:00     |
| Suhu kulit (°C)                   | 31,3±2,8                 | 33,3±1,8  | 33,3±2,1  | 33,9±1,9  | 33,2±2,6  | 32,6±2,6  | 32,1±2,6  |
| Suhu tubuh (°C)                   | 37,6±0,6                 | 38,0±0,4  | 38,2±0,5  | 38,3±0,4  | 38,3±0,5  | 38,2±0,6  | 38,2±0,5  |
| Suhu rektal (°C)                  | 38,6±0,3                 | 38,8±0,2  | 39,0±0,3  | 39,0±0,2  | 39,1±0,2  | 39,1±0,3  | 39,3±0,2  |
| Denyut jantung (kali/menit)       | 112,5±5,0                | 123,5±9,8 | 121,5±4,1 | 120,0±6,7 | 116,5±7,7 | 125,0±6,8 | 126,5±5,9 |
| Frekuensi pernapasan (kali/menit) | 44,0±4,3                 | 59,5±2,5  | 85,0±11,9 | 81,5±3,0  | 69,5±22,6 | 76,0±18,0 | 81,5±17,5 |

Tabel 2. Gambaran hasil penginderaan IRT kambing sapera induk kondisi bunting selama penelitian (rata-rata±SD)

| Posisi tubuh        | waktu pengamatan (pukul) |          |          |          |          |          |          |
|---------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                     | 06:00                    | 08:00    | 10:00    | 12:00    | 14:00    | 16:00    | 18:00    |
|                     | ----- °C -----           |          |          |          |          |          |          |
| Kaki kiri depan     | 29,9±0,6                 | 32,2±0,4 | 34,8±0,3 | 34,8±1,5 | 34,8±1,4 | 33,2±2,1 | 31,9±1,6 |
| Kaki kiri belakang  | 29,8±0,7                 | 32,5±0,7 | 34,3±0,3 | 35,0±1,4 | 34,5±1,6 | 33,0±2,4 | 32,5±1,6 |
| Kaki kanan depan    | 30,2±1,0                 | 31,9±0,4 | 34,6±1,0 | 35,1±1,4 | 34,9±1,4 | 32,8±2,4 | 31,7±1,7 |
| Kaki kanan belakang | 30,3±0,8                 | 32,1±0,2 | 34,0±1,0 | 34,8±1,3 | 34,7±1,3 | 33,0±2,3 | 31,9±1,8 |
| Badan kanan         | 31,1±1,0                 | 33,6±0,4 | 35,9±0,8 | 36,4±1,2 | 35,8±1,2 | 34,3±1,8 | 32,9±1,5 |
| Badan kiri          | 31,4±0,8                 | 34,0±0,5 | 36,3±0,5 | 36,3±1,1 | 35,8±1,3 | 34,8±1,8 | 33,6±1,1 |
| Mulut dan hidung    | 34,3±0,9                 | 35,8±1,0 | 37,1±1,0 | 37,5±0,8 | 37,5±0,6 | 36,6±1,1 | 35,7±1,0 |
| Mata kanan          | 34,1±0,7                 | 35,8±0,5 | 36,9±1,5 | 37,2±1,3 | 37,1±0,7 | 36,0±1,9 | 35,3±0,9 |
| Mata kiri           | 34,5±1,2                 | 35,9±0,4 | 36,8±1,2 | 37,3±1,2 | 36,8±0,7 | 36,2±1,1 | 35,8±0,7 |
| Ambing kanan        | 34,5±0,9                 | 35,5±0,4 | 36,9±0,7 | 37,2±1,0 | 37,2±0,9 | 36,2±1,6 | 35,2±1,4 |
| Ambing kiri         | 34,0±0,7                 | 35,7±0,2 | 36,9±0,1 | 37,0±1,2 | 37,0±1,0 | 36,5±1,5 | 35,6±1,0 |
| Ambing belakang     | 34,7±1,0                 | 35,9±0,5 | 37,3±0,4 | 37,7±0,7 | 37,4±0,9 | 36,5±1,3 | 36,0±1,1 |
| Vagina              | 34,7±0,6                 | 35,8±0,3 | 36,9±0,6 | 37,4±0,4 | 37,1±0,4 | 36,8±1,0 | 36,1±0,9 |
| Anal                | 36,7±0,5                 | 37,4±0,4 | 38,3±0,2 | 38,2±0,2 | 38,2±0,6 | 37,7±1,2 | 37,2±0,8 |

Peningkatan denyut jantung disebabkan oleh peningkatan aktivitas otot yang mengendalikan laju respirasi bersamaan dengan peningkatan laju respirasi dan pengurangan resistensi pembuluh darah dari vaskular perifer dan vena arteri (Gupta & Mondal, 2019). Begitu pula Mengistu *et al.* (2007) yang melaporkan bahwa kambing mempertahankan suhu tubuh normal melalui mekanisme termoregulasi, salah satunya dapat diindikasikan dengan adanya peningkatan denyut jantung. Lebih lanjut Silva & Starling (2003) menekankan pentingnya stabilisasi pernafasan, dimana peningkatan laju pernapasan selama periode waktu yang lama dapat menyebabkan penurunan tekanan darah dan kadar CO<sub>2</sub>, kemudian organ jantung berfungsi sebagai sarana untuk mempertahankan tingkat tekanan darah dalam kondisi normal melalui peningkatan jumlah denyut jantung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata frekuensi pernapasan sebesar 44,0±4,3, 85,0±11,9, dan 81,5±17,5 kali/menit masing-masing pada pukul 06:00, 10:00, dan 18:00. Menurut Silanikove (2000), tingkat keparahan akibat stres panas dapat dikualifikasikan berdasarkan frekuensi pernapasan yaitu rendah: 40-60, sedang: 60-80, tinggi: 80-120, dan parah: >200 kali/menit. Hal ini menunjukkan bahwa kambing sapera induk kondisi bunting berada pada tingkat keparahan akibat stress panas yang rendah hingga tinggi. Peningkatan frekuensi pernapasan berhubungan erat dengan aktivasi mekanisme termoregulasi yang disebabkan oleh proporsi pakan yang diberikan. Besarnya proporsi pakan menyebabkan peningkatan produksi panas tubuh sehingga panas tersebut harus dikeluarkan. Peningkatan frekuensi pernapasan mengindikasikan upaya ternak dalam mempertahankan suhu tubuh tetap pada kondisi normal dengan meningkatkan kehilangan panas melalui pendinginan evaporatif (Rahardja *et al.*, 2011; Hamzaoui *et al.*, 2013). Lebih lanjut Kumar *et al.*, (2011) melaporkan peningkatan frekuensi pernapasan yang terjadi dapat dikaitkan dengan upaya untuk mempertahankan atau mengembalikan keseimbangan termal dan respirasi merupakan proses pengeluaran panas tubuh yang tertinggi dibandingkan mekanisme lainnya.

### Termografi Inframerah

Gambaran hasil penginderaan IRT selama penelitian seperti terlihat pada Gambar 1 dan Tabel 2. Sama halnya seperti suhu kulit dan suhu tubuh pada respons fisiologis, hasil penginderaan termografi IRT di beberapa bagian tubuh juga menunjukkan ritme harian. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu hasil

penginderaan IRT dari terendah hingga tertinggi diperoleh berturut-turut pada bagian kaki, badan, mulut dan hidung, mata, ambing, vagina, serta anal. Hasil ini hampir sama dengan yang dilaporkan Hooper *et al.* (2018) dimana IRT pada bagian anal memiliki nilai tertinggi (38,29°C) dibandingkan bagian tubuh lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu yang diperoleh dari hasil penginderaan IRT pada bagian kaki lebih rendah daripada bagian vagina dan anal, hal ini kemungkinan karena adanya isolasi termal yang lebih tinggi akibat perbedaan ketebalan kulit dan kepadatan bulu (Arkin *et al.*, 1991). Lebih lanjut Bianchini *et al.*, (2006) melaporkan bahwa kulit dan bulu pada ternak mempengaruhi pertukaran energi panas tergantung pada warna, kepadatan, diameter, kedalaman, transmisivitas dan penyerapan panas.

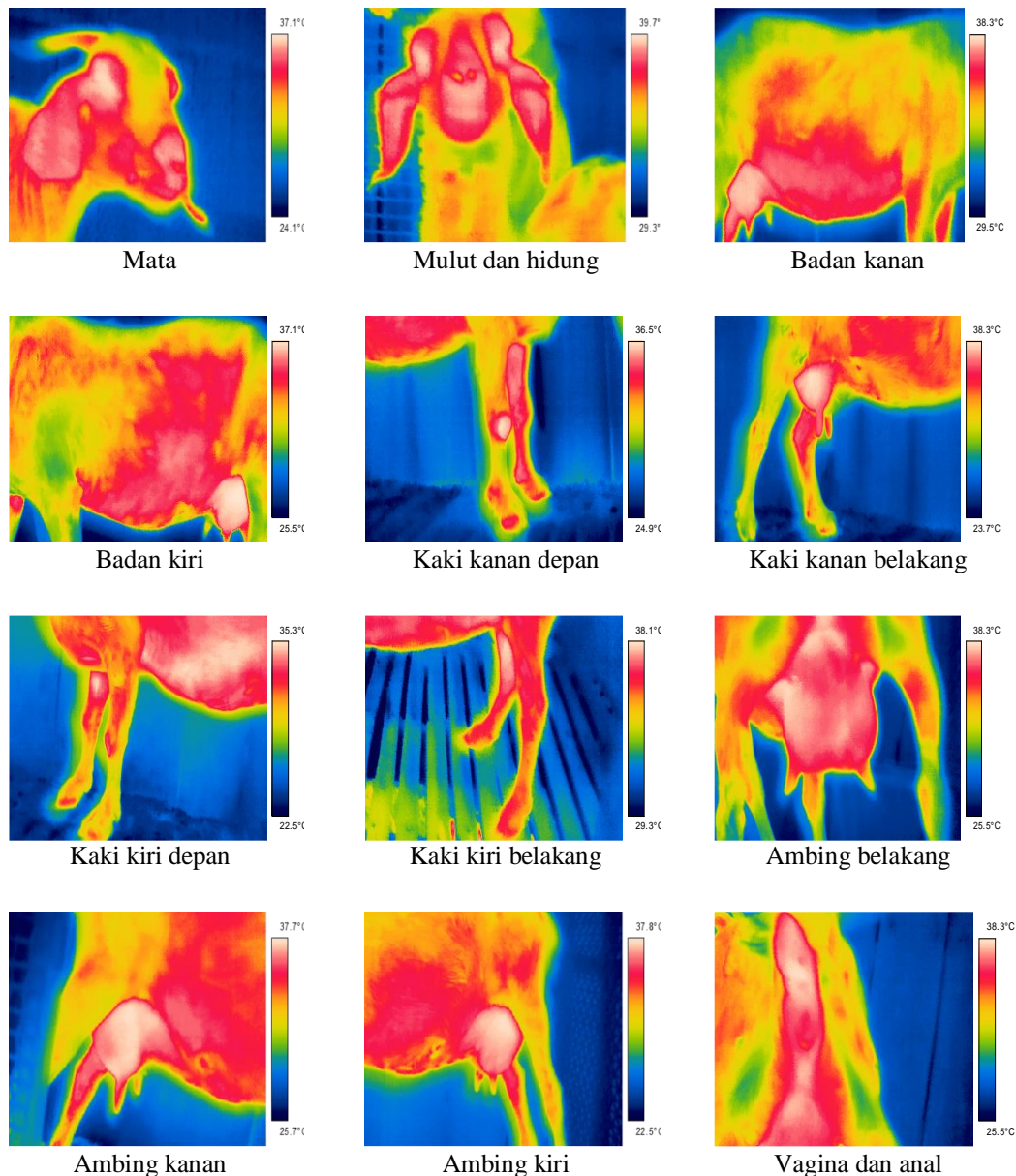
Hasil penginderaan IRT pada bagian badan di titik awal pengamatan (pukul 06.00) sebesar 31,1°C menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan suhu kulit (31,3°C). Alasan utama kesamaan hasil tersebut seperti yang dilaporkan Popoola *et al.* (2014) bahwa suhu kulit merupakan hasil penyesuaian dari aliran darah pada kulit yang berakhir dengan pengaturan panas antara tubuh dan kulit, dimana ternak menghilangkan beban panas dari tubuhnya dengan kontribusi tertentu menuju area permukaan tubuhnya. Berbeda halnya dengan nilai suhu yang diperoleh dari hasil penginderaan IRT pada bagian anal (36,7°C) yang menunjukkan hasil mendekati suhu tubuh (37,6°C) dan suhu rektal (38,6°C). Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Dalal & Zhukovsky, (2006) bahwa suhu rektal merupakan indikator yang sering digunakan untuk mengetahui perubahan suhu tubuh sebagai gambaran umum fisiologis maupun kesehatan ternak.

### KESIMPULAN

Respons fisiologis dan hasil penginderaan IRT pada kambing sapera induk kondisi bunting menunjukkan pola ritme harian atau sirkadian di sepanjang hari pengamatan. Kambing sapera induk kondisi bunting memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik, hal ini ditunjukkan dengan nilai parameter respons fisiologis maupun hasil penginderaan IRT yang masih berada dalam kondisi normal.

### KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dengan hubungan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.



Gambar 1. Hasil penginderaan IRT pada beberapa bagian tubuh kambing sapera induk kondisi bunting

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan keuangan dari Bantuan Biaya Penelitian Petugas Belajar Balitbangtan 2019 dan DIPA Balai Penelitian Ternak Tahun Anggaran 2019 dengan nomor protokol: 1806.201.003.051A/D2/APBN/2019.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adisuwiryo, D., Soetrisno, & S. Setyawati. 2011. Dasar Fisiologi Ternak. Fakultas Peternakan Unsoed. Purwokerto.
- Aiura, A., F.S. Aiura, & R.G. Silva. 2010. Thermoregulatory responses of Saanen and Oberhasli goats in tropical environments. *Arch Zootec* 59:605-608.
- Alsaad, M., C. Syring, J. Dietrich, M. Doherr, T. Gujan, & A. Steiner. 2013. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. *Vet J* 199. DOI:10.1016/j.tvjl.2013.11.028.
- Arkin, H., E. Kimmel, A. Herman, & D. Broday. 1991. Heat transfer properties of dry and wet furs of dairy cows. *Trans ASAE*. 34(6):2550-2558. DOI:10.13031/2013.31905.
- Avendaño-Reyes, L., F.D. Alvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderón, J.S. Saucedo-Quintero, P.H. Robinson, & J.G. Fadel. 2006. Effect of cooling Holstein cows during the dry period



- on postpartum performance under heat stress conditions. *Livest Sci* 105(1-3):198-206. DOI: 10.1016/j.livsci.2006.06.009.
- Bernabucci, U., N. Lacetera, L.H. Baumgard, R.P. Rhoads, B. Ronchi, & A. Nardone. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 4(7):1167-1183. DOI: 10.1017/S175173111000090X.
- Bianchini, E., C. McManus, C.M. Lucci, M.C.B. Fernandes, E. Prescott, A. das Mariante, & A.A. do Egito. 2006. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. *Pesqui Agropecuária Bras* 41(9):1443-1448. DOI: 10.1590/S0100-204X2006000900014.
- da Costa, A.N.L., J.V. Feitosa, P.A. Montezuma, P.T. de Souza, & A.A. de Araújo. 2015. Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil. *Int J Biometeorol* 59(11):1647-1653. DOI: 10.1007/s00484-015-0971-4.
- Dalal, S. & D. Zhukovsky. 2006. Pathophysiology and management of fever. *J Support Oncol* 4:9-16.
- Darcan, N. & O. Güney. 2008. Alleviation of climatic stress of dairy goats in Mediterranean climate. *Small Rumin Res* 74(1-3):212-215. DOI: 10.1016/j.smallrumres. 2007.02.007.
- George, W.D., R. Godfrey, R.C. Ketrang, M.C. Vinson, & S.T. Willard. 2014. Relationship among eye and muzzle temperatures measured using digital infrared thermal imaging and vaginal and rectal temperatures in hair sheep and cattle. *J Anim Sci* 92. DOI: 10.2527/jas.2014-8087.
- Gupta, M., S. Kumar, S. Dangi, & B. Jangir. 2013. Physiological, Biochemical and Molecular Responses to Thermal Stress in Goats. *Int J Livestock Res* 3(2):27. DOI: 10.5455/ijlr.20130502081121.
- Gupta, M. & T. Mondal. 2019. Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. *Biological Rhythm Research* 52(30): 407-433. DOI: 10.1080/09291016.2019.1603692.
- Hamzaoui, S., A.A.K. Salama, E. Albanell, X. Such, & G. Caja. 2013. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *J Dairy Sci*. 96(10):6355-6365. DOI: 10.3168/jds.2013-6665.
- Hoffmann, G., M. Schmidt, & C. Ammon. 2016. First investigations to refine video-based IR thermography as a non-invasive tool to monitor the body temperature of calves. *animal*. 10(9):1542-1546. DOI: 10.1017/S1751731115001354.
- Hooda, O.K. & R.C. Upadhyay. 2014. Physiological Responses, Growth Rate and Blood Metabolites Under Feed Restriction and Thermal Exposure in Kids. *J Stress Physiol Biochem* 10(2):214-227.
- Hooper, H.B., P. dos Santos Silva, S.A. de Oliveira, G.K.F. Merighe, & J.A. Negrão. 2018. Acute heat stress induces changes in physiological and cellular responses in Saanen goats. *Int J Biometeorol*. 62(12):2257-2265. DOI: 10.1007/s00484-018-1630-3.
- Johnson, C., J. Elliott, & R. Foster. 2003. Entrainment of Circadian Programs. *Chronobiol Int* 20:741-774. DOI: 10.1081/CBI-120024211.
- Kumar, B.V.S., A. Kumar, & M. Kataria. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *J of Stress Physiology & Biochemistry* 7(1): 45-54.
- Leite, J.R., D.A. Furtado, A.F. Leal, B.B. Souza, & A.S. da Silva. 2012. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. *Rev Bras Eng Agrícola e Ambient* 16(4):443-448. DOI: 10.1590/S1415-43662012000400015.
- Lérias, J.R., L.E. Hernández-Castellano, A. Suárez-Trujillo, N. Castro, A. Pourlis, & A.M. Almeida. 2014. The mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events underlying milk production - a review. *J Dairy Res* 81(3):304-318. doi:10.1017/S0022029914000235.
- Liu, S., X.M. Chen, T. Yoda, K. Nagashima, Y. Fukuda, & K. Kanosue. 2002. Involvement of the suprachiasmatic nucleus in body temperature modulation by food deprivation in rats. *Brain Res* 929(1):26-36. DOI: 10.1016/S0006-8993(01)03374-1.

- Lucena, L.F., D.A. Furtado, J.W.B. Nascimento, A.N. Medeiros, & B.B. Souza. 2013. Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. *Rev Bras Eng Agrícola e Ambient* 17(6):672-679. DOI: 10.1590/S1415-43662013000600014.
- Marai, I.F.M., A.A. El-Darawany, A. Fadhel, & M.A.M. Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep A review. *Small Rumin Res* 71(1-3):1-12. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003.
- Maurya, V.P., S.M.K. Naqvi, & J.P. Mittal. 2004. Effect of dietary energy level on physiological responses and reproductive performance of Malpura sheep in the hot semi-arid regions of India. *Small Rumin Res* 55(1-3):117-122. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.12.008.
- Maziero, R.R.D., I. Martin, M.C.C. Mattos, & J.C.P. Ferreira. 2012. Plasma concentration of progesterone and cortisol in nelore cows (*Bos taurus indicus*) submitted to daily or weekly handling. *Vet e Zootec* 19(3):366-372.
- McLean, J.A., A.J. Downie, C.D.R. Jones, D.P. Stombaugh, & C.A. Glasbey. 1983. Thermal adjustments of steers (*Bos taurus*) to abrupt changes in environmental temperature. *J Agric Sci* 100(2):305-314. DOI: 10.1017/S0021859600033451.
- McManus, C., C.B. Tanure, V. Peripolli, L. Seixas, V. Fischer, A.M. Gabbi, S.R.O. Menegassi, M.T. Stumpf, G.J. Kolling, & E. Dias. 2016. Infrared thermography in animal production: An overview. *Comput Electron Agric* 123:10-16. DOI: 10.1016/j.compag.2016.01.027.
- Mendoza, J. 2007. Circadian Clocks: Setting Time By Food. *J Neuroendocrinol* 19(2):127-137. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2006.01510.x.
- Mengistu, U., K. Dahlborn, & K. Olsson. 2007. Effects of intermittent watering on water balance and feed intake in male Ethiopian Somali goats. *Small Rumin Res* 67(1):45-54. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.09.026.
- Nääs, I., R. Garcia, & F. Caldara. 2014. Infrared Thermal Image for Assessing Animal Health and Welfare. *J Anim Behav Biometeorol* 2(3):66-72. DOI: 10.14269/2318-1265/jabb.v2n3p66-72.
- Ocak, S., N. Koluman-Darcin, S. Cankaya, & T. Inal. 2009. Physiological and biochemical responses in German Fawn kids subjected to cooling treatments under Mediterranean climate conditions. *J Vet Anim Sci* 33:455-461. DOI: 10.3906/vet-0708-3.
- Phulia, S., R.C. Upadhyay, S.K. Jindal, R.P. Misra. 2010. Alteration in surface body temperature and physiological responses in Sirohi goats during day time in summer season. *Indian J Anim Sci* 80:340-342.
- Piccione, G., G. Caola, & R. Refinetti. 2003. Circadian rhythms of body temperature and liver function in fed and food-deprived goats. *Comp Biochem Physiol Part A Mol Integr Physiol* 134(3):563-572. DOI: 10.1016/S1095-6433(02)00362-8.
- Popoola, M.A., M. Bolarinwa, M. Yahaya, G.L. Adebisi, A.A. Saka. 2014. Thermal comfort effects on physiological adaptations and growth performance of West African Dwarf Goats raised in Nigeria. *Eur Sci Journal* (Special Edition Vol 3).
- Rahardja, D.P., A.L. Toleng, & V.S. Lestari. 2011. Thermoregulation and water balance in fat-tailed sheep and Kacang goat under sunlight exposure and water restriction in a hot and dry area. *animal* 5(10):1587-1593. DOI: 10.1017/S1751731111000577.
- Refinetti, R. 2010. The circadian rhythm of body temperature. *Front Biosci* 15(1):564-594. DOI: 10.2741/3634.
- Ribeiro, N.L., C.R. Germano, E.C. Pimenta Filho, M.N. Ribeiro, & R. Bozzi. 2018. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. *Ital J Anim Sci* 17(2):454-461. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1393320.
- Roberto, J.V.B., B.B. Souza, D.A. Furtado, L.J.B. Delfino, & B.A.A. Marques. 2014. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. *J Anim Behav Biometeorol* 2(1):11-19. DOI: 10.14269/2318-1265.v02n01a03.
- Rocha, R.R.C., A.P.R. Costa, D.M.M.R. Azevedo, H.T.S. Nascimento, F.S. Cardoso, M.C.S. Muratori, & J.B. Lopes. 2009. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. *Arq Bras Med Veterinária e Zootec* 61(5):1165-1172.



- Ruby, N.F., J. Dark, D.E. Burns, H.C. Heller, & I. Zucker. 2002. The Suprachiasmatic Nucleus Is Essential for Circadian Body Temperature Rhythms in Hibernating Ground Squirrels. *J Neurosci* 22(1):357-364. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.22-01-00357.2002.
- Ruoff, P., & L. Rensing. 2004. Temperature effects on circadian clocks. *J Therm Biol* 29(7-8):445-456. DOI:10.1016/j.jtherbio.2004.07.004.
- Salles, M.G.F., C. Souza, D. Rondina, A. Moura, & A. Araujo. 2009. Physiological heat stress responses of Saanen goats in tropical climate. *Ciência Anim* 19:19-28.
- Santos, F.C.B., B.B. Souza, C.E. Peña Alfaro, M.F. Cézar, E.C. Pimenta Filho, A.A.A. Acosta, & J.R.S. Santos. 2005. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do nordeste brasileiro. *Ciência e Agrotecnologia* 29(1):142-149. DOI: 10.1590/S1413-70542005000100018.
- Sathiyabarathi, M., S. Jeyakumar, A. Manimaran, G. Jayaprakash, H.A. Pushpadass, M. Sivaram, K.P. Ramesha, D.N. Das, M.A. Katakaltware, & M.A. Prakash. 2016. Infrared thermography: A potential noninvasive tool to monitor udder health status in dairy cows. *Vet World* 9(10):1075-1081. DOI: 10.14202/vetworld.2016.1075-1081.
- Shilja, S., V. Sejian, B. Madijagan, A. Mech, C.G. David, K. Kurien, G. Varma, & R. Bhatta. 2015. Adaptive capability as indicated by behavioral and physiological responses, plasma HSP70 level, and PBMC HSP70 mRNA expression in Osmanabadi goats subjected to combined (heat and nutritional) stressors. *Int J Biometeorol* 60(9):1311-23.
- Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin Res* 35(3):181-193. DOI: 10.1016/S0921-4488(99)00096-6.
- Silva, C.M.B.A., B.B. Souza, P.A. Brandão, P. Marinho, & T.M.A. Benício. 2011. Effect of the semiarid climatic conditions on the physiological behavior of Saanen x Boer crossbred goats. *Rev Caatinga* 24:195-199.
- Silva, G.A, B.B. Souza, C.E.P. Alfaro, E.M.N. Silva, S.A. Azevedo, N.J. Azevedo, & R.M.N. Silva. 2006. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. *Rev Bras Eng Agrícola e Ambient* 10(4):903-909. DOI: 10.1590/S1415-43662006000400018.
- Silva, R.G. & J.M.C. Starling. 2003. Cutaneous and respiratory evaporation rates of sheep in hot environments. *Rev Bras Zootec* 32:1956-1961.
- Soerensen, D.D. & L.J. Pedersen. 2015. Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review. *Acta Vet Scand* 57(1):5. DOI: 10.1186/s13028-015-0094-2.
- Stewart, M., K.J. Stafford, S.K. Dowling, A.L. Schaefer, & J.R. Webster. 2008. Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiol Behav* 93(4-5):789-797. DOI: 10.1016/j.physbeh.2007.11.044.